

! Спектры пропускания структуры с 80 нм пленкой HgTe, измеренные при температурах $T = 4.2$ (сплошная линия) и 250 K (пунктирная линия).

Измерение спектров отражения при тех же температурах показали отсутствие какой-либо особенности в окрестности 85 мкм. Спектры пропускания структур без слоя HgTe также показали отсутствие особенностей, следовательно, природа зависящего от температуры провала в спектрах пропускания связана с поглощением в пленках HgTe. На данный момент в литературе отсутствует информация о причинах наблюдаемого провала, однако известно, что ширина запрещенной зоны 80 нм пленки HgTe составляет 15 мэВ [2], что совпадает с положением особенности и может свидетельствовать о ее связи с межзонным поглощением.

Список публикаций:

[1] Ando Y. // *J. Phys. Soc. Japan*. 2013. V. 82, P. 10200.

[2] Dantscher K.-M., Kozlov D. A., Olbrich P., Zoth C., Faltermeyer P., Lindner M., Budkin G. V., Tarasenko S. A., Bel'kov V. V., Kvon Z. D., Mikhailov N. N., Dvoretzky S. A., Weiss D., Jenichen B., Ganichev S. D. // *Phys. Rev.* 2015. V. 92, P. 165314.

Исследование формирования доменной структуры в монокристаллах ниобата лития, легированного MgO, под действием ионного пучка

Власов Евгений Олегович

Чезанов Дмитрий Сергеевич, Гиладеева Любовь Вячеславовна, Ахматханов Андрей Ришатович,

Чувакова Мария Артемовна, Аликин Денис Олегович, Михайловский Владимир Юрьевич,

Петров Юрий Владимирович, Шур Владимир Яковлевич

Институт естественных наук и математики Уральского федерального университета

Чезанов Дмитрий Сергеевич, к.ф.-м.н.

Шур Владимир Яковлевич, д.ф.-м.н.

evgeny.vlasov@urfu.ru

Нами проведено комплексное (экспериментальное и с помощью компьютерного моделирования) исследование формирования доменной структуры при облучении сфокусированным ионным пучком полярной поверхности легированного MgO ниобата лития (MgOLN). Результаты объяснены с точки зрения кинетического подхода [1]. Полученные знания позволили сформировать регулярные доменные структуры (РДС) высокого качества с малыми периодами [2].

Исследуемые образцы представляли собой пластины MgOLN толщиной 1 мм, отполированные до оптического качества. Полярные Z^+ -поверхности: (1) покрытая 500 нм слоем резиста и (2) свободная, облучались ионами Ga^+ с энергией 30 кэВ при помощи рабочей станции Auriga CrossBeam (Carl Zeiss). Контроль положения пучка и времени экспонирования осуществлялся системой ионно-лучевой литографии Elphy Multibeam (Raith). На противоположную Z^- полярную поверхность наносился 100 нм Cu электрод, который заземлялся во время облучения. Статическая доменная структура после селективного химического травления была визуализирована при помощи оптической микроскопии (ОМ), сканирующей микроскопии пьезоэлектрического отклика (СМПО), конфокальной микроскопии комбинационного рассеяния и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Измерение пространственного распределения поверхностного потенциала производилось с использованием микроскопии зонда Кельвина (МЗК).

Изучено формирование изолированных доменов, созданных в результате точечного облучения. Измерены зависимости размеров доменов от дозы облучения. Линейный характер дозовых зависимостей, аналогичен полевой зависимости при локальном переключении с помощью проводящего зонда сканирующего зондового микроскопа. Стоит отметить, что размер доменов в образцах со слоем резиста был существенно больше, что обусловлено лучшей локализацией заряда. Зависимость размера доменов от периода между облучаемыми точками показала, что размер доменов изменяется не более чем на 5% в диапазоне периодов от 3 до 10 мкм. Выявлено изменение формы изолированных доменов с ростом дозы. В образцах со свободной поверхностью в исследуемом диапазоне доз форма доменов изменялась от неправильной шестиугольной к правильной, а со слоем резиста – от треугольной к шестиугольной. Экспериментальный факт был отнесен за счет локального удаления поверхностного слоя под действием ионного пучка и изменения условий экранирования деполяризующего поля. Полученное существенное скругление граней многоугольников было отнесено за счет сочетания детерминированного и стохастического зародышеобразования во время движения доменных стенок. МЗК измерения поверхностного потенциала показали, что время релаксации заряда существенно больше времени переключения [2]. Высказано предположение, что переключение поляризации происходит в постоянном поле, создаваемом зарядом, локализованным в слое резиста.

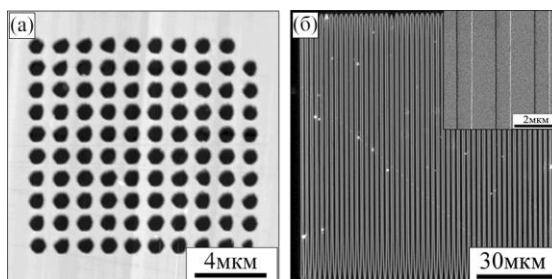


рис.1. Изображения регулярных доменных структур: (а) двумерной матрицы доменов с периодом 1 мкм, полученное методом СМПО (б) одномерной решетки полосовых доменов с периодом 2 мкм, полученное методами ОМ и СЭМ (на вставке).

Полученные данные позволили оптимизировать создание регулярных одномерных и двумерных доменных структур с требуемой однородностью и скважностью. Полученные знания позволили создать РДС с малыми периодами: (1) двумерную матрицу изолированных доменов радиусом около 300 нм, периодом 1 мкм, и глубиной 400 мкм (рис. 1а) и (2) одномерную регулярную структуру сквозных полосовых доменов с периодом 2 мкм в пластине толщиной 1 мм (рис. 1б).

Компьютерное моделирование распределения электрического поля при облучении поверхности ниобата лития ионным пучком позволило качественно объяснить полученные экспериментальные результаты. Показано, что величина полярной компоненты напряженности электрического поля в зоне инжекции ионов сравнима с пороговыми полями в ниобате лития. Это означает, что облучение образца ионным пучком приводит к накоплению заряда, поле которого способно инициировать процесс переключения поляризации.

Полученные экспериментальные и расчетные данные позволили сформулировать физическую модель переключения поляризации под действием сфокусированного ионного пучка. Переключение происходит в постоянном поле, создаваемом источником, локализованным в слое резиста, а время экспонирования заданной дозы пренебрежимо мало по сравнению со временем релаксации заряда. Формирование пространственного заряда происходит за счет захвата на ловушки первичных ионов, генерации дырок и вторичной электронной эмиссии, а переключение поляризации – за счет образования доменов в приповерхностном слое, а затем прямого прорастания и уширения доменов.

Работа выполнена с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ и Междисциплинарного Ресурсного Центра по направлению "Нанотехнологии" СПбГУ, при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых (МК-8441.2016.2) и Правительства Российской Федерации (постановление 211, контракт 02.A03.21.0006).

Список публикаций:

[1] V.Ya. Shur. *J. Mater. Sci.* 41, 199 (2006).

[2] D.S. Chezganov, V.Ya. Shur, et al. *Appl. Phys. Lett.* 110, 052708 (2017).